

Géosciences pour la transition énergétique | GeoT

Les Instituts **thématiques interdisciplinaires**
de l'Université de Strasbourg &  & 

Rapport d'activité

Université de Strasbourg

 2021-2022



Image d'illustration @freepik.com

Dans le cadre de l'Initiative d'excellence &



Editorial ... 3
Présentation de l'ITI GeoT ... 4
Projets de recherche internes ...10
Grands projets de recherche ... 24
Valorisation et communication ... 28
Formation ... 31
Bilan Financier ... 36
Evénements marquants ... 39
Témoignages ... 41
Perspectives ... 43



En partenariat avec :

Directeur de la publication : J. Schmittbuhl et C. Correia
Rédaction : C. Correia avec la participation de tous les working group leaders
Mise en page C. Correia avec les conseils de V. Sellani
Impression : imprimerie de l'Université de Strasbourg @ITI GeoT



Retour sur les années 2021 et 2022 - les débuts de l'ITI GeoT

Par Jean Schmittbuhl

Directeur de l'ITI

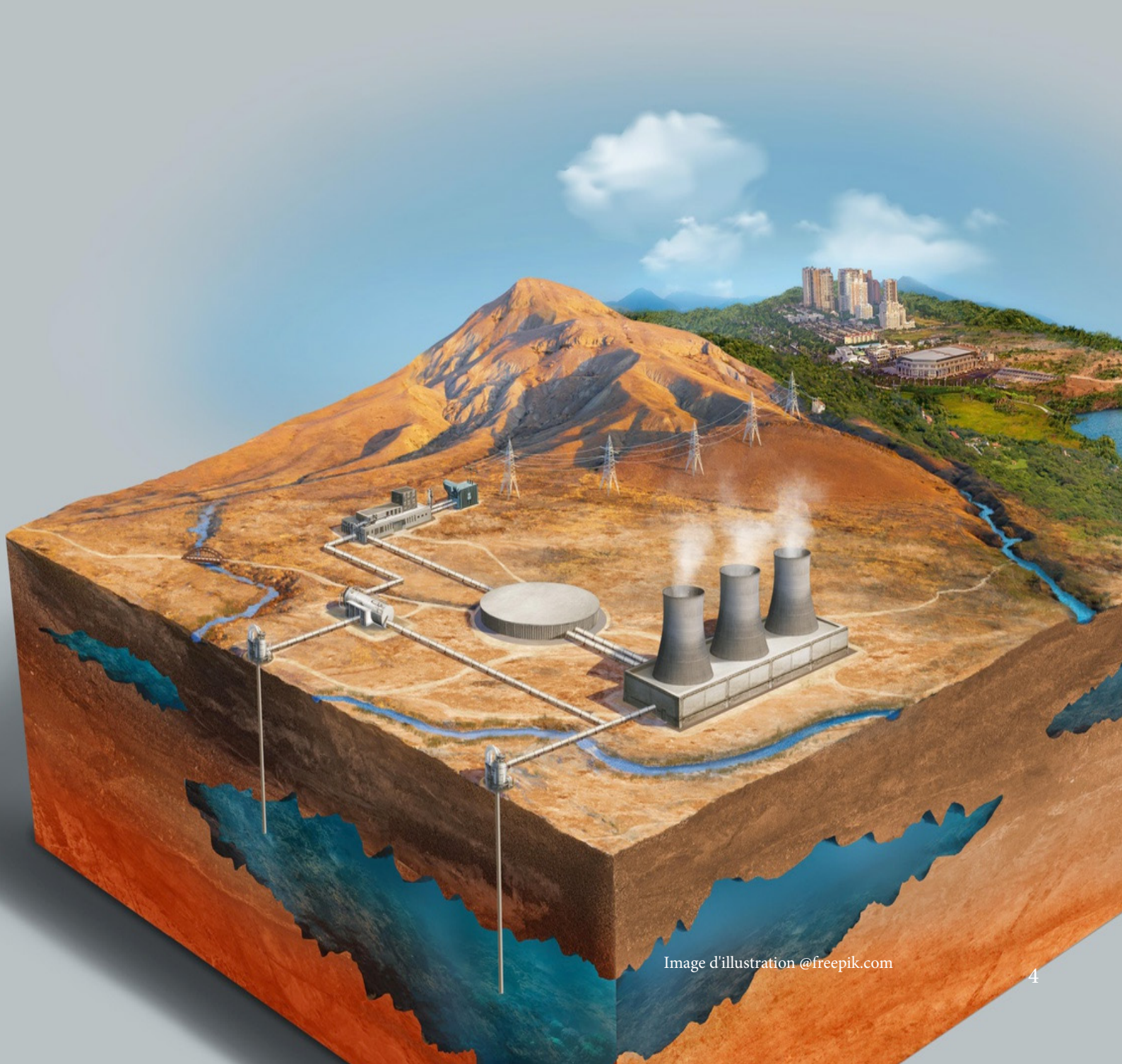


L'ITI GeoT fait partie des 15 projets d'investissements d'avenir labellisés par l'Université de Strasbourg. Ces ITI ont vocation à permettre à l'Université de Strasbourg de mieux répondre aux défis scientifiques de demain, en santé, sciences de la vie et sciences et technologies comme en sciences humaines et sociales. L'ITI GeoT s'appuie sur l'expertise scientifique acquise par le LabEx G-eau-thermie Profonde. Le projet est porté par l'Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre et son laboratoire de recherche ITES. Le projet associe également le laboratoire ICUBE pour sa compétence en recherche et développement en ingénierie ainsi que les laboratoires LISEC, CREM et SAGE qui apportent leur expertise dans le domaine des sciences sociales. L'ITI GeoT élargit le champ d'action du LabEx G-eau-thermie Profonde dans le domaine du rôle de l'eau profonde pour la transition énergétique.

Il bénéficie de l'expertise reconnue au niveau européen sur de la géothermie profonde. Il intervient comme un acteur majeur de la recherche sur cette thématique au niveau de la Région Grand Est ainsi qu'au niveau national, en lien avec les acteurs industriels et institutionnels. Il démontre l'engagement de l'Université dans la réflexion autour des nécessaires nouvelles ressources énergétiques pour la transition énergétique. Ce pôle de compétences interdisciplinaires se positionne comme un acteur majeur dans le dialogue science et société pour répondre aux nombreuses interrogations sociétales liées à l'usage du sous-sol. Le rôle joué par l'ITI GeoT dans la gestion des implications socio-économiques des événements sismiques récents survenus dans la région de Strasbourg est le marqueur de cette stratégie. Le pilotage du projet 'Fossé Rhéna' du récent PEPR (Programme et Expérimentation Prioritaires de Recherche) pour les 7 prochaines années en partenariat avec le BRGM, est également une reconnaissance du rôle stratégique de l'ITI GeoT dans la structuration nationale de la communauté scientifique dans ce domaine.

L'Institut thématique interdisciplinaire - Géosciences pour la transition énergétique | ITI GeoT

dans la lignée du Labex G-eau-thermie Profonde



Une structuration unique du lien « recherche-formation »



Stage de terrain étudiants @G. Manatschal

L'ITI GeoT inscrit ses activités de recherche et de formation sur le rôle de l'eau profonde du sous-sol dans le développement de ressources énergétiques décarbonées : géothermie, hydrogène, lithium, stockage de chaleur ou de CO₂ afin de répondre aux enjeux posés par la crise mondiale écologique. L'ITI a pour objectif d'approfondir les connaissances scientifiques concernant la compréhension des systèmes géologiques profonds, leur exploitation et leur surveillance, la gestion des risques et le respect de l'environnement, ainsi que la perception du public.

L'ITI GeoT est l'un des 15 projets labellisés pour 8 ans (2021-2028) par l'Université de Strasbourg. Lancés en Janvier 2021, les ITI sont au cœur de la stratégie de développement de l'Université de Strasbourg en étant un élément clef de la refondation du paysage de recherche et de formation.

L'ITI est porté par l'Université de Strasbourg, en partenariat avec le CNRS et l'Inserm, dans le cadre de l'initiative d'excellence « Dépasser les frontières » et du projet Stras'us (Structuration de la formation par la recherche dans les initiatives d'excellence).

Les ITI s'inscrivent dans la continuité des graduate schools, Ecole universitaires de recherche (EUR) et les laboratoires d'excellence (Labex) et s'appuie sur l'expertise scientifique acquise par le Labex G-eau-thermie profonde pendant ses 8 ans d'existence (2012-2020) en lien avec les acteurs industriels et institutionnels.

Par ailleurs, l'ITI GeoT marque une évolution des formations en géosciences proposées à l'EOST vers la transition énergétique. L'école ambitionne ainsi de devenir un leader dans la formation de la prochaine génération de géo-scientifiques spécialisés dans les énergies renouvelables avec la création du master international « Geosciences for the Energy Systems Transition », en partenariat avec l'IFP School.



Centrale de Rittershoffen @J. Schmittbuhl

Plusieurs objectifs à travers divers axes de recherche :

L'énergie géothermique profonde pour une énergie décarbonée

- Développer des modèles géologiques innovants des réservoirs fracturés profonds en particulier dans le contexte continental (e.g. le fossé rhénan) pour permettre un large développement européen de la géothermie profonde
- Améliorer la viabilité économique et la rentabilité des réservoirs d'eau profonde du sous-sol grâce à la coproduction de ressources, notamment le lithium, l'hydrogène, la chaleur et le stockage

Exploration et caractérisation des réservoirs d'eau profonde

- Développer les techniques d'imagerie géophysique novatrices et « à faible coût » pour réduire le coût de l'exploration (e.g. l'imagerie en utilisant le bruit sismique ambiant)
- Étudier les interactions roches-fluides impliquées dans les réservoirs profonds afin d'améliorer les stimulations anthropiques de ces réservoirs et anticiper leur déformation à long terme

Exploitation des ressources d'eau profonde du sous-sol

- Développer des approches robustes d'optimisation en temps réel de l'exploitation sur site, associant la surveillance des risques en particulier sismiques
- Développer l'ingénierie des pompes de production à hautes températures et en condition d'exposition aux fluides corrosifs et aux précipitations massives

Gestion des risques

- Améliorer le suivi de la déformation asismique dans le réservoir et de la nucléation des événements sismiques
- Développer des modèles de réservoirs géomécaniques qui utilisent des outils d'intelligence artificielle (IA) pour mieux calibrer les systèmes d'alerte (TLS)
- Proposer des structures d'expertise et de suivi multipartites qui incluent les opérateurs industriels et les institutions publiques
- Réalisation de guides de bonnes pratiques

Engagement et perception du public

- Comprendre du rôle des interactions socio-technologiques dans la perception publique des projets de géo-énergie impliquant l'eau profonde du sous-sol
- Suivre l'évolution de la couverture médiatique des projets
- Mesurer l'impact des initiatives émergentes de science citoyenne

Organisation

L'ITI GeoT est composé d'un grand nombre de chercheurs, techniciens et étudiants aux compétences très variées provenant de différents laboratoires reconnus pour leur excellence.

Par ailleurs, les activités de recherche de l'ITI GeoT sont organisées en 9 groupes de travail thématique : Sismologie, Géodésie, Méthodes potentielles, Physique des roches, Hydro-géochimie, Géologie, Sciences sociales, Centre de données en géothermie profonde, et Modélisation.



Membres constituant

7 laboratoires de recherche et observatoire :

- École et Observatoire des sciences de la Terre (EOST)
- incluant le service national sismologique BCSF-RENASS
- Institut Terre et Environnement (ITES)
- Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie (ICube)
- Laboratoire Interuniversitaire des Sciences de l'Éducation et de la Communication (Lisec)
- Centre de recherche sur les médiations (CREM, Université de Lorraine)
- Sociétés, Acteurs, Gouvernement en Europe (Sage)

2 écoles d'ingénieurs :

- École et Observatoire des sciences de la Terre (EOST)
- IFP School (IFPEN)

1 école doctorale :

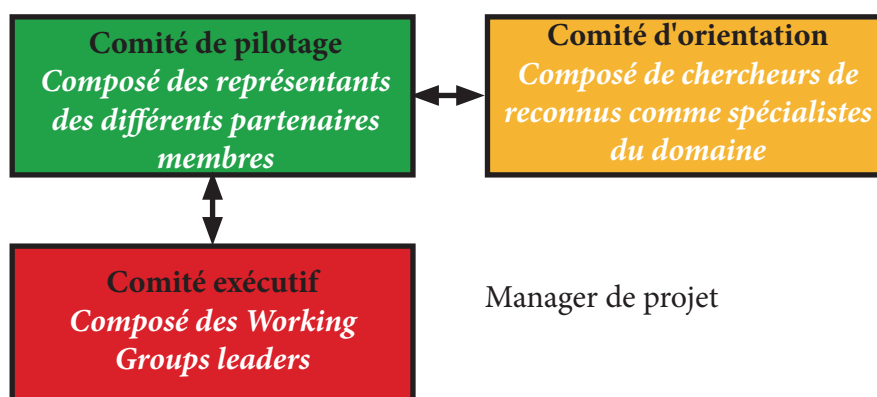
- Sciences de la Terre et l'Environnement (ED413)

Gouvernance

L'ITI GeoT est géré par une équipe de scientifiques qui en assure la coordination efficace, la gestion administrative et financière ainsi que le développement stratégique :

- Directeur : Jean Schmittbuhl, Directeur de recherche CNRS
- Directeur adjoint : Patrick Baud, Professeur Université de Strasbourg
- Manager de projet : Alexandra Kushnir (01/2021 à 07/2021), Imane Barbara-Bokeloh (11/2021 à 10/2022) puis Caroline Correia (14/11/2022 à aujourd'hui)

De plus, de nombreux comités assurent la cohérence, les prises de décision et l'exécution des actions mises en œuvre par l'ITI GeoT.



Gouvernance

Comité exécutif

Directeur : Jean Schmittbuhl
 Directeur adjoint : Patrick Baud
 Manager de projet : Alexandra Kushnir puis Imane Barbara-Bokeloh
 Superviseur formation : Florence Herrmann-Beck
 Leaders des groupes de travail/recherche :
 Jérôme Vergne
 Frédéric Masson puis Baptiste Rousset
 Jacques Hinderer puis Jean François Girard
 Micheal Heap
 Damien Daval puis Damien Lemarchand
 Gianreto Manatchal
 Philippe Chavot
 Marc Schaming
 Christophe Fond

Comité d'orientation

Président :
 Philippe Jousset (GFZ)
 Membres :
 Florent Brenguier (Univ Grenoble-Alpes)
 Tomas Fischer (CUNI)
 Emmanuelle Klein (INERIS)
 Bernard Sanjuan (BRGM)
 Chrystel Dezayes (BRGM)
 Beata Orleka-Sikora (IG PAS)
 Frédéric Cappa (Univ Cote d'Azur)
 Virginie Harcouët-Menou (VITO)
 Thomas Kohl (KIT)
 Thomas Reinsch (IEG)
 Reiner Keller (Uni Augsburg)

Comité de pilotage

Jean Schmittbuhl - ITI GeoT
 Patrick Baud - ITI GeoT
 Jean François Girard - EOST
 Fédérique Masson - EOST
 Renaud Toussaint - ITES
 Michel de Mathelin - Icube
 Jacques Audran - Lisec
 Florence Herrmann-Beck - EOST (école d'ingénieur)
 Damien Lemarchand - Master STPE/EOST
 Jérôme van der Woerd - ED413
 Fédérique Fournier - IFP School

Working Groups



Projets de recherche *en interne*

L'ITI GeoT soutient les nombreux projets de recherche de ces différents membres. Pour ce faire, l'ITI GeoT alloue, pour chaque groupe de travail un financement récurrent annuel ainsi que des financements par projet suite à la période annuelle d'appels à projet.

Ces financements ont ainsi permis à l'ITI GeoT, au cours de ces deux premières années d'activité, de financer un grand nombre d'expériences et l'obtention de nombreux résultats d'envergures pour la recherche dans les domaines associés aux géosciences pour la transition énergétique.

WG 1 : Sismologie

La séquence sismique de Strasbourg

L'ITI GeoT et plus particulièrement le WG sismologie a été très impliqué dans l'analyse de la crise sismique de Strasbourg entre 2019 et 2022. Grâce aux interactions fortes entre les experts du BCSF-RENASS et les chercheurs sismologues, le groupe a pu fournir tout au long de la crise, des analyses fines et pertinentes de la situation et assurer une diffusion indépendante d'information auprès du grand public ainsi que des institutions en charge de la surveillance du site Georhin. Un premier article sur l'analyse de cette crise a été publié dans le Compte-Rendu de l'Académie des Sciences (Schmittbuhl et al, 2021). L'expertise acquise a été reconnue par la participation au groupe d'experts missionnés par la préfecture du Bas-Rhin pour l'analyse de la boucle géothermique de Vendenheim.

Rapport entre énergie hydraulique et énergie dépensée par le mouvement sur les failles dans le réservoir

Après un travail d'harmonisation des magnitudes des catalogues sismologiques du réservoir de Soultz-sous-Forêts, nécessaire au calcul de l'énergie des séismes, Kamel Drif a pu montrer, dans le cadre de son travail de thèse, que le rapport entre énergie hydraulique et énergie dépensée par le mouvement sur les failles dans le réservoir est une constante, quel que soit le type, profondeur ou durée d'injection réalisée dans le réservoir de Soultz au cours des 30 dernières années. Cela laisse penser que ce rapport est une propriété intrinsèque du réservoir et permet alors l'utilisation de cette méthode pour l'estimation de l'aléa sismique liée à une injection. Un Article en révision

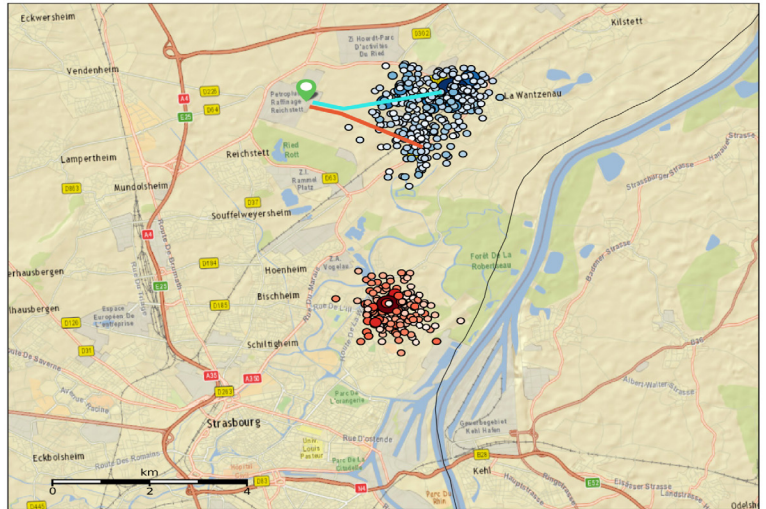


Figure : Localisation de la sismicité entre mars 2018 et janvier 2021 à proximité du site de géothermie profonde Geoven (pin vert)

Comportement collectif d'aspérités soumises à un cisaillement

Les observations faites par Weiwei Shu dans le cadre de sa thèse montrent comment un milieu hétérogène évolue lors d'un chargement à vitesse constante. En particulier on montre que le couplage sur l'interface est une fonction à la fois globale de la contrainte normale sur l'interface et locale du fait de la résistance au cisaillement différente pour différentes aspérités. Les résultats montrent également que les épisodes de glissements transitoires observés présentent les mêmes caractéristiques que ceux observés à grande échelle. Enfin, l'évolution du désordre au niveau de l'interface est une fonction croissante de la charge normale et évolue entre 2 ruptures grande échelle. Weiwei Shu travaille maintenant sur un modèle numérique capable de reproduire les résultats expérimentaux et au développement de l'expérience par l'ajout de capteurs acoustiques. Un article soumis

Optimisation de la détection de microsismicité induite en contexte urbain

Plusieurs projets de géothermie profonde se sont développés ces dernières années dans des environnements urbains. L'activité humaine associée génère des vibrations sismiques (aussi appelé bruit sismique) importantes qui limitent les capacités de détection de la microsismicité induite par des réseaux sismiques traditionnels. Dans le cadre de la thèse de Rémi Fiori (co-financement ADEME), nous développons de nouvelles approches basées sur des antennes composées de capteurs miniaturisés (nodes) espacés de quelques mètres. Cette géométrie permet de filtrer les ondes de surface associées aux bruits ambiants et de localiser les événements sismiques en analysant l'azimut et la vitesse apparente des ondes de volume émises. Trois antennes de ce type ont été déployées dans la zone de Reichtett-Vendenheim à la suite de l'évènement de magnitude 3.6 du 4 décembre 2020. Elles ont permis de multiplier par 5 le nombre de séismes détectés par rapport au catalogue du BCSF-RéNaSS. Ce nouveau catalogue présente des

bouffées de séismes et met en évidence la persistance de l'activité à la fois dans l'essai Nord (zone des forages géothermiques) et l'essai Sud (zone de la Roberstau) même plusieurs mois après l'arrêt complet des opérations. Un article accepté dans Geophysics

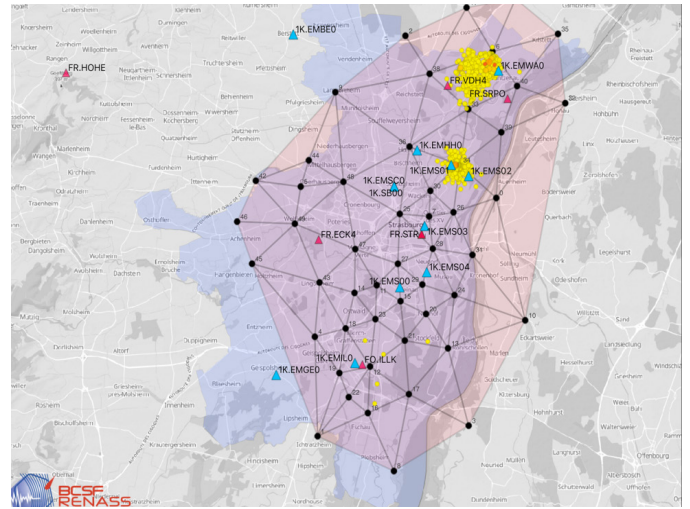


Figure : Zone cible (points noirs) du réseau sismocitoyen au niveau de l'Eurométropole de l'ANR PrESENCe

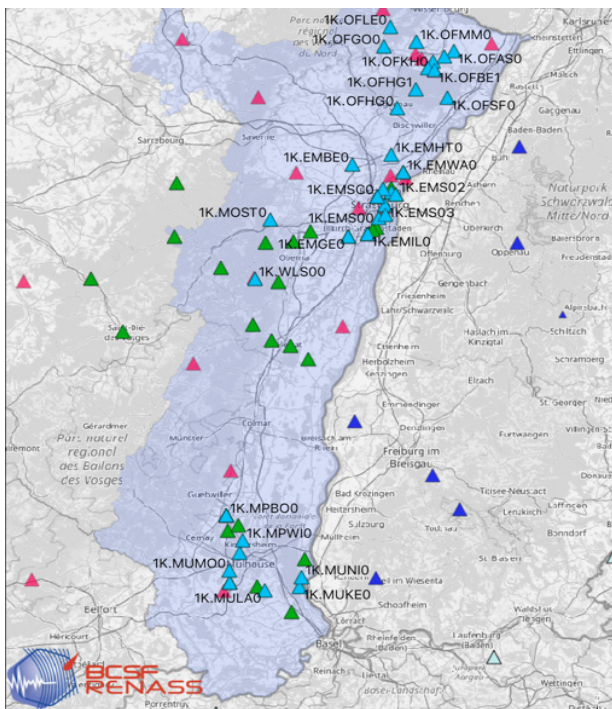


Figure : Localisation des sismomètres présent dans la région comprenant des stations permanentes de l'observatoire et industrielles, ainsi que les stations provisoires ("low-cost" sismocitoyenne)

Développement de réseaux sismologiques citoyens

Les réseaux sismologiques permanents de surveillance des réservoirs souterrains sont traditionnellement composés d'un nombre restreint de stations qui limitent intrinsèquement le seuil de détection et d'analyse des séismes induits ou leur utilisation pour une imagerie fine du réservoir. Le projet ANR PrESENCe (2022-2025) propose de tester un nouveau paradigme de surveillance collaborative des géorisques en utilisant un grand nombre de stations sismologiques à bas coût installées dans des bâtiments connectés et exploitées par des citoyens, des associations ou des autorités publiques locales. Dans ce cadre, ~70 stations « RaspberryShake » ont été acquises, testées et validées par la plateforme instrumentale en sismologie de l'EOST. Elles sont en cours de déploiement dans 2 zones : la région de l'Outre-Forêts autour des sites de géothermie profonde opérationnels de Soultz-sous-Forêts et Rittershoffen, et la zone de l'Eurométropole de Strasbourg où plusieurs projets sont en développement. Cette approche sismologique est couplée à des travaux en sciences humaines et sociales (voir WG7).

Développement de réseaux sismologiques citoyens

Fin 2022, un financement complémentaire a été obtenu dans le cadre du levier Idex Université&Cité de l'Université de Strasbourg (projet SismoCité) qui permettra l'achat d'une quinzaine de stations complémentaires, de co-construire de nouvelles approches de surveillance en impliquant plus avant les associations et collectivités locales, et de développer la médiation en partenariat avec le Jardin des Sciences et le musée du Pétrole de Pechelbronn.

Suivi de la déformation des réservoirs géothermiques profonds par interférométrie de bruit sismique ambiant

Depuis quelques années une nouvelle méthode de monitoring basée sur l'interférométrie de bruit sismique ambiant se développe pour suivre en continu l'évolution des réservoirs géothermiques profonds. Cette méthode est complémentaire des approches plus classiques basées sur l'utilisation de la sismicité induite, et apporte ainsi de nouvelles observations pour caractériser les propriétés élastiques et hydrauliques des roches, les champs de contrainte locaux et régionaux, ainsi que les glissements transitoires. Cette nouvelle technique appelée Interférométrie de coda (CWI pour Coda Wave Interferometry) se concentre sur la corrélation de la partie tardive des formes d'ondes sismiques enregistrées à des moments distincts de l'évolution du milieu et se base sur la sensibilité de cette partie d'onde à de légères perturbations du milieu. La CWI est une méthode facile à mettre en place pour la surveillance des réservoirs géothermiques, mais le lien entre les

changements observés dans les mesures de CWI et les changements physiques qui se produisent dans le réservoir n'est pas encore bien compris. Dans le cadre de la thèse de Yunliang Wang, nous cherchons précisément à mieux comprendre les changements physiques du milieu déduits de CWI en se concentrant sur l'influence de la déformation élastique sur les mesures CWI. Notre approche se base sur une comparaison entre des expériences de laboratoire et les simulations numériques de la propagation d'ondes au travers d'échantillons diffusants et/ou fracturés et qui sont chargés mécaniquement et/ou chauffés thermiquement. Au-delà des modélisations à petites échelles, nous cherchons aussi à étendre les simulations numériques à l'échelle du réservoir géothermique. Les travaux récents de Yunliang Wang sur ce dernier point démontrent notre capacité à simuler la propagation d'ondes diffusées à travers un réservoir géothermique pendant sa déformation en prenant en compte les effets acousto-élastique non linéaire. Le modèle numérique proposé est vérifié en reproduisant l'évolution des mesures de CWI faites en surface dans le milieu naturel et liées aux variations de pression saisonnières induites par les fluctuations de l'élévation des eaux souterraines. Le modèle numérique nous permet de tester différents paramètres pour reproduire les observations comme l'épaisseur de la couche sensible aux variations de hauteur de nappe. Ces résultats préliminaires ouvrent des perspectives pour l'application de la technique du bruit ambiant à la surveillance continue des déformations in-situ au sein des réservoirs géothermiques profonds.

WG 9 : Modélisation

Réalisation de deux montages expérimentaux (poutre en métal avec ou sans enrobage mortier) instrumentés avec des capteurs fibre optique Φ -OTDR et FBG

Démonstration de la faisabilité et de la fiabilité de la mesure avec le capteur Φ -OTDR pour une gamme de fréquence de 0,125 Hz à 500 Hz jusqu'à une distance de 10 km

Modélisation du dispositif par éléments finis et étude de l'influence des matériaux constituant la fibre

Conception d'un banc expérimental (tube en métal avec un enrobage de coulis géothermique) instrumentés avec des capteurs fibre optique Φ -OTDR et FBG

Mise en œuvre de différents revêtements de fibres pour étudier la faisabilité de la mesure en termes de vibrations et de températures

WG 2 : Géodésie

En 2021/2022, le Working Group Géodésie (WG2) a analysé l'ensemble des données disponibles associées à la séquence sismique de 2019–2020 de Vendenheim. Aucun signal de déformation n'a pu être observé sur les séries temporelles InSAR. Les séries temporelles GNSS différentielles entre la station du site de Fonroche et les stations les plus proches ont montré des événements transitoires non corrélés temporellement avec les injections de fluides. Par ailleurs, le fait que ces événements transitoires soient présents uniquement sur une station située à proximité d'activités industrielles importantes empêche d'interpréter les signaux transitoires comme étant d'origine tectonique. Cela montre la nécessité d'instrumentaliser les futurs sites géothermiques par des réseaux denses de stations GNSS. Avec le développement des stations GNSS « bas coût », la mise en place de réseaux GNSS de 5 à 10 stations devient faisable à des coûts raisonnables. Le WG2 a par conséquent entrepris d'acheter 6 stations GNSS « bas coût » afin de s'appropriier techniquement ces

nouvelles stations et de mettre en place un réseau de surveillance de la faille de la Robertsau. Par ailleurs, le WG2 a entrepris une collaboration avec Frédéric Boudin de l'École Normale Supérieure de Paris afin d'installer un inclinomètre longue ligne de base pour enregistrer de possible événements de déformation transitoire associés aux sites géothermiques en activité de Soultz-Sous-Forêts et Rittershoffen. Cet instrument est un des plus sensibles aux déformations de faibles amplitudes localisées dans la croûte terrestre. Nous soulignons finalement que Baptiste Rousset a remplacé Frédéric Masson fin 2022 en tant que leader du WG2.

WG 8 : CDGP

"Centre de donnée géothermie profonde"

Collecte de nouvelles données et poursuite de leur publication sur le CDGP et si possible sur la plateforme Episodes du TCS-AH.

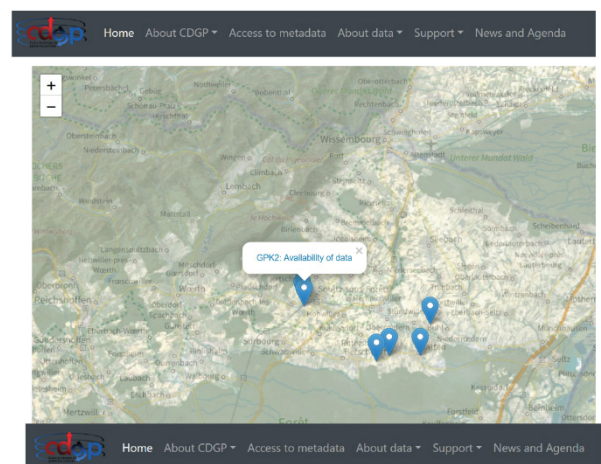
- Accès aux données GNSS des sites géothermiques du fossé rhénan

Mise à jour des résumés (abstract) des fiches des Episodes en ajoutant les jeux de données de l'Episode, comme réponse à des exigences de revues scientifiques

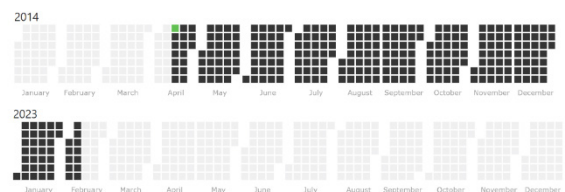
- Suivi des publications basées sur les données distribuées, contact/information des fournisseurs de données
- Révision de la documentation

The Episode contains the following datasets:

- [Microseismic catalogue of the downhole network by B.C. Dyer - Soultz-sous-Forêts 2005 Stimulation](#)
- [Microseismic downhole network - Soultz-sous-Forêts 2004 and 2005 Stimulations](#)
- [Seismological waveforms - Soultz-sous-Forêts 2005 Stimulations](#)
- [Hydraulic data - Soultz-sous-Forêts 2005 Stimulation](#)
- [Velocity model and station corrections used by B.C. Dyer to locate seismic events recorded by the downhole network Soultz-sous-Forêts 2004 and 2005 Episodes](#)



Data availability at Obsnef for station GPK2



WG 3 : Méthodes potentielles

L'énergie géothermique représente environ 30 % de la production électrique en Islande avec un total de 755 MWe produits. En particulier, la centrale géothermique de Theistareykir située sur la dorsale médio-atlantique au Nord de l'Islande produit 90 MWe à l'aide de deux turbines mises en service en automne 2017 et printemps 2018. Le projet consiste en un suivi d'un réservoir géothermique par gravimétrie hybride combinant différents types de gravimètres (gravimètre permanent supraconducteur, gravimètre absolu balistique et micro-gravimètres) afin d'obtenir sur un réseau de répétition une information spatiale et temporelle sur les variations de pesanteur en surface associées au fonctionnement naturel et anthropique du réservoir. Cette méthodologie est appliquée depuis 2017 au site volcano-géothermique de Theistareykir en Islande. Le but principal de ces études est de faire un bilan de la redistribution des masses d'eau circulant en profondeur (charge/décharge du réservoir) et ainsi d'estimer la durabilité du site géothermique par la comparaison des mesures de gravité de surface aux paramètres d'exploitation de la centrale (débits d'injection et de production).

Campagnes de mesures 2022

Les mesures effectuées en 2022 dans le cadre de l'ITI GeoT sont de deux types :

1/ Mesures de gravimétrie relative

Répétition des mesures micro-gravimétriques à l'aide d'un gravimètre mécanique Scintrex-CG5 sur le réseau géothermique de Theistareykir en juin-juillet 2022 (27 stations). Cette répétition fait suite aux campagnes précédentes (2017, 2018, 2019) dans le cadre du Labex G-EAU-THERMIE interrompues en 2020 et 2021 à cause du Covid.

2/ Mesures de gravimétrie absolue

Répétition des mesures de gravité absolue en mai-juin 2022 sur le site de Theistareykir : stations permanentes de gravimétrie relative installées par nos partenaires du GFZ Potsdam (Allemagne) (3 gravimètres supraconducteurs + 1 gravimètre mécanique gPhone) et station de référence du réseau micro-gravimétrique. Cette répétition fait suite aux campagnes annuelles effectuées précédemment depuis 2017 jusqu'en 2020.

Résultats préliminaires issus des campagnes de mesures en 2022

La répétition en juin-juillet 2022 du réseau micro-gravimétrique par rapport à la dernière répétition de 2019 conduit aux résultats de la figure 1 ci-dessous.

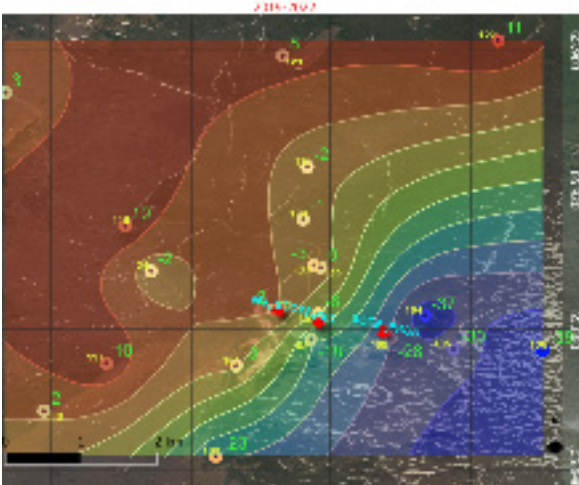


Figure 1. Variations temporelles de gravité (2022-2019) sur le réseau de Theistareykir.

Cette figure montre les variations temporelles et spatiales préliminaires (sans correction des effets de déplacement vertical) (valeurs en μGal en vert, code des stations en jaune, emplacement des stations permanentes (injection, centrale et production) en rouge).

Un premier résultat est que la diminution de gravité (d'environ 20-30 μGal) se prolonge dans la zone de production (vers l'Est) à un taux comparable de ce qui avait déjà été observé (Portier et al. 2022).

Le deuxième résultat vient des mesures de gravimétrie absolue faite en Mai 2022 dans les stations permanentes (deux gravimètres supraconducteurs et un gravimètre gPhone) (cf. Figure 2).

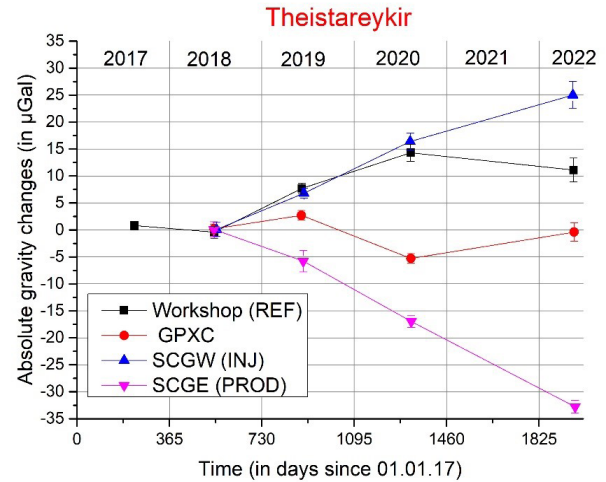


Figure 2. Variations de gravité absolue à Theistareykir de 2017 à 2022.

Alors que la station centrale (GPXC) varie très peu, il est très clair que la gravité continue de décroître à la station de production (SCGE) et d'augmenter à la station d'injection (SCGW) mais à des taux différents. Sans correction des variations de déplacement vertical, ces résultats préliminaires doivent toutefois être pris avec prudence.

Le traitement complet avec correction des effets verticaux (à partir de mesures GNSS et InSAR) est en cours de même que le traitement des données des gravimètres permanents.

Ce n'est qu'à partir de l'obtention de l'ensemble des résultats gravimétriques qu'une comparaison avec les paramètres d'exploitation de la centrale (débits d'injection et de production) pourront être menée. L'objectif ultime est de déterminer la durabilité de la centrale en termes de charge/décharge du réservoir géothermique.

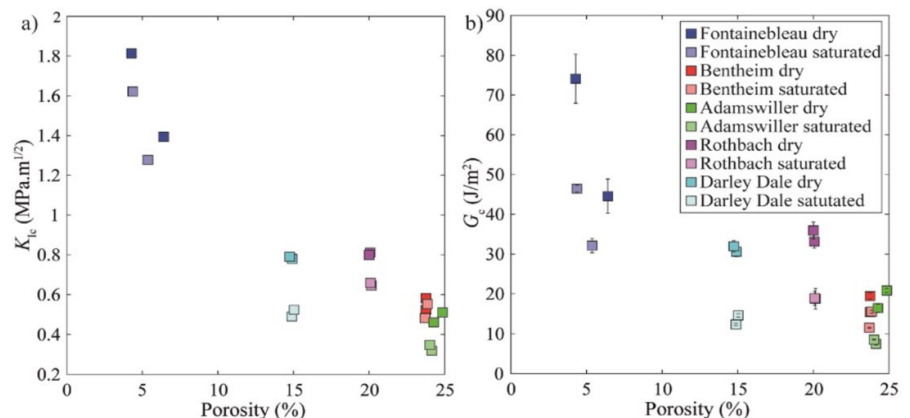
WG 4 : Physique des roches et géomécaniques

Le WG4 a travaillé sur plusieurs sujets différents liés à l'ITI GeoT de 2021 à 2022. Au total, trois projets de recherche ont été financés : Influence de la contrainte principale intermédiaire sur la compaction inélastique et la localisation de la compaction dans le grès poreux" (PI : Baud ; 2021-2022 et 2022-2023), "Anisotropie de la perméabilité dans les grès du réservoir géothermique de Soultz-sous-Forêts (France)" (PI : Heap ; 2021-2022), et "Comportement mécanique et perméabilité de la roche réservoir géothermique volcanique poreuse" (PI : Heap ; 2022-2023). Outre ces projets, résumés dans la section ci-dessous, nous avons également exploré l'influence de l'eau sur la ténacité des fractures, l'influence de l'eau sur la déformation et la rupture du gypse, et la perméabilité des roches volcaniques poreuses lors de la déformation dans les régimes fragile et ductile.

Ces travaux ont donné lieu à la publication de trois articles dans des revues internationales à comité de lecture, résumés ci-dessous.

Le manuscrit "Effect of water on sandstone's fracture toughness and frictional parameters : Brittle strength constraints", publié dans l'International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences en 2021, montre que la saturation en eau entraîne une réduction de la ténacité à la rupture, de l'énergie de rupture et du coefficient de frottement statique de 6 à 35 %, de 21 à 52 % et de 0 à 19 %, respectivement (figure 1). Les résultats de cet article suggèrent que l'affaiblissement dû à l'eau dans les grès (avec une réduction de la résistance à la compression uni-axiale de 0 à 30 %) est dû à la réduction de la ténacité à la rupture et du coefficient de frottement statique.

Figure 1. Résistance à la rupture et énergie de rupture en fonction de la porosité (d'après Noël et al., 2021)



Le manuscrit "Influence of water on deformation and failure of gypsum rock", publié dans Journal of Structural Geology en 2021, quantifie l'affaiblissement dû à l'eau dans un faciès de gypse naturel du Monferrato (Italie) en réalisant des expériences sur des échantillons nominaleme

nt secs, saturés d'huile et saturés d'eau. Les résultats de cet article montrent qu'il existe un affaiblissement hydrique significatif dans le gypse de Monferrato (figure 2), ainsi qu'une forte dépendance de la résistance à la compression uni-axiale par rapport à la vitesse de déformation.

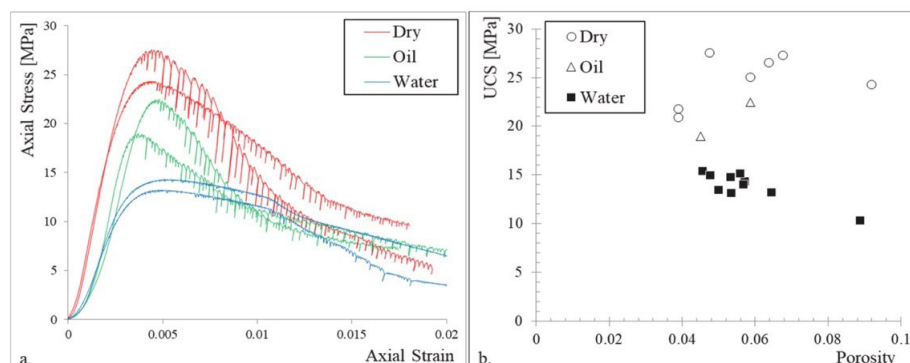


Figure 2. (a) Courbes contrainte-déformation pour le gypse sec et le gypse saturé d'huile et d'eau. (b) Résistance à la compression uniaxiale en fonction de la porosité du gypse (d'après Caselle et al., 2021).

Le manuscrit "The Permeability of Porous Volcanic Rock Through the Brittle-Ductile Transition", publié dans le *Journal of Geophysical Research : Solid Earth* en 2022, fournit des mesures de la porosité et de la perméabilité d'une roche volcanique poreuse pendant la déformation dans les régimes fragile et ductile. Cet article montre que, dans le régime fragile, la perméabilité diminue d'un facteur de 2 à 6 jusqu'à la contrainte maximale mais, après la formation d'une fracture de cisaillement, reste à peu près constante car la déformation est accommodée par le glissement sur la fracture (figure 3). Dans le régime ductile, la perméabilité diminue continuellement, jusqu'à un ordre de grandeur, en fonction de la déformation (figure 3).

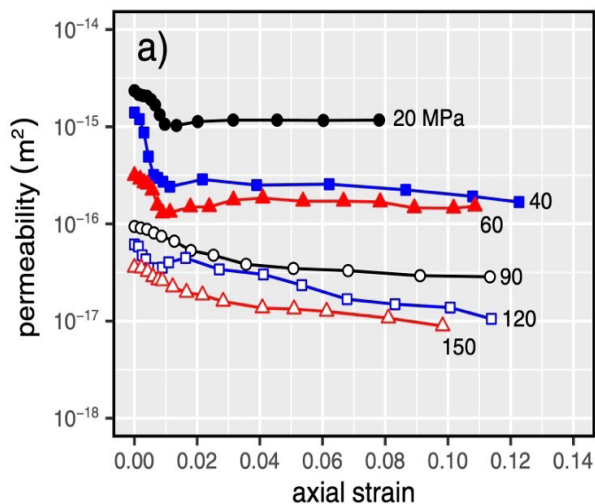


Figure 3. Perméabilité en fonction de la déformation axiale pour des expériences sur la trachyandésite de Volvic réalisées à différentes pressions effectives (indiquées sur les courbes) (d'après Heap et al., 2022).

Deux projets ont été financés en 2021 : "Influence of the intermediate principal stress on inelastic compaction and compaction localization in porous sandstone" (PI : Baud) et "Permeability anisotropy in sandstones from the Soultz-sous-Forêts geothermal reservoir (France)" (PI : Heap).

Pour le projet "Permeability anisotropy in sandstones from the Soultz-sous-Forêts geothermal reservoir (France)", nous avons employé une étudiante de

M2, Margaux Goupil, pour effectuer les mesures de perméabilité. Le but du projet était de comprendre si les grès au-dessus du réservoir granitique sont anisotropes en termes de perméabilité. Nos résultats, publiés en 2022 dans *Geothermal Energy* (Goupil et al., 2022), montrent que ces grès peuvent être très anisotropes (Figure 4). Nous avons donc conclu que l'anisotropie de la perméabilité devrait être prise en compte dans les futures modélisations hydrothermales à grande échelle de la géothermie dans le Fossé rhénan supérieur.

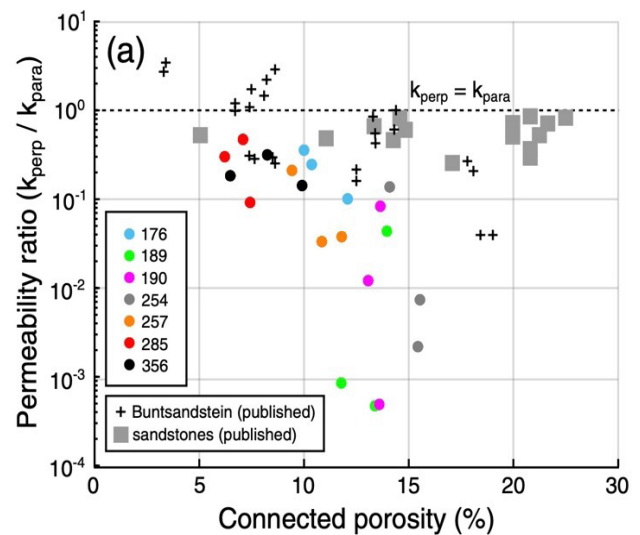


Figure 4. Rapport de perméabilité en fonction de la porosité connectée (d'après Goupil et al., 2022).

Le projet "Influence of the intermediate principal stress on inelastic compaction and compaction localization in porous sandstone" a également beaucoup progressé. Les résultats sont les suivants (1) le premier ensemble de données triaxiales vraies systématiques dans le régime ductile, (2) l'extension du modèle d'effondrement des pores à des conditions triaxiales vraies, et (3) une analyse des conditions de localisation et de la géométrie des bandes de compactage (par exemple, l'angle) dans des conditions triaxiales vraies. Ce projet est actuellement en cours et a reçu une extension de temps.

WG 5 : Hydro-géochimie

PROJET: Enhancing native hydrogen generation by CO2 injection into a deep granitic geothermal reservoir in the Rhine Graben (2021-2022)

- Les expériences réalisées à l'ISTO Orléans ont donné un premier résultat intéressant : il y a bien production d'hydrogène dans le réacteur autoclave en titane et très probablement dans les capsules en or.
- Les expériences en autoclave montrent que la production de H₂ avec la biotite est relativement faible par rapport à celle avec le granite. Cela pourrait être lié à la taille des grains qui est plus importante pour la biotite pure (25 µm en moyenne) que pour le granite plus fin (2,21 µm en moyenne). Cela montre l'importance d'améliorer l'homogénéisation de la taille des grains.
- Compte tenu des problèmes techniques observés avec les autoclaves en titane, les prochaines expériences porteront sur les capsules en or.
- L'idéal serait de devenir indépendant pour réaliser les expériences à Strasbourg. Cette indépendance expérimentale prendra du temps, mais nous pouvons déjà commencer à explorer les possibilités : utiliser les autoclaves existants à l'ITES pour, par exemple, "cuire" les capsules d'or.
- En ce qui concerne les simulations avec KIRMAT, il y a une contrainte avec la précipitation des argiles (les simulations de solutions solides n'étaient pas possibles avec la version H₂ de KIRMAT). Bertrand Fritz et Yann Lucas ont suggéré de contacter Alain Clément pour obtenir de l'aide. Cela nous permettra de simuler la précipitation des argiles, et pas seulement de la magnétite ou des oxydes de Fer.

PROJET: Enhancing native hydrogen generation by CO2 injection into a deep granitic geothermal reservoir in the Rhine Graben (2021-2022)

L'objectif de ce projet était de produire des données expérimentales pour tester les deux différents modèles de précipitation de la silice amorphe. Pour permettre la discrimination des deux approches, les données critiques à produire sont l'évolution de la distribution de la taille des particules et les transferts d'isotopes Si pendant la nucléation et la croissance de la silice amorphe. Ces deux tâches sont particulièrement difficiles sur le plan technique en raison de la très petite taille (<10 nm) et de la réactivité des particules produites. L'utilisation de méthodes "classiques" pour observer de si petites particules se fait sous vide et comprend donc une étape de séchage qui modifie les propriétés des particules et fait évoluer leur forme. Dans ce projet, nous avons collaboré avec l'Institut Charles Sadron (plateforme CORTEX de l'université de Strasbourg) pour appliquer la nouvelle technique de cryo-MET. Cela a impliqué un développement technique et un traitement de l'image afin d'abaisser la limite de détection. A ce jour, le dispositif expérimental est fixe. L'état de super saturation de la solution en ce qui concerne la silice amorphe est obtenu en abaissant le pH avec HCl d'une solution mère préparée par la dissolution d'une quantité donnée de pastilles de Na₂SiO₃. Cela conduit à une augmentation instantanée de l'état de sursaturation dans une solution légèrement saline (environ 0,01 M de NaCl). La suspension de particules peut alors être analysée par cryo-MET qui a l'avantage de produire un verre vitreux qui fige les particules sans en altérer la forme. Les images produites (Fig. 1) peuvent ensuite être traitées pour déterminer la distribution des tailles (Fig. 2).

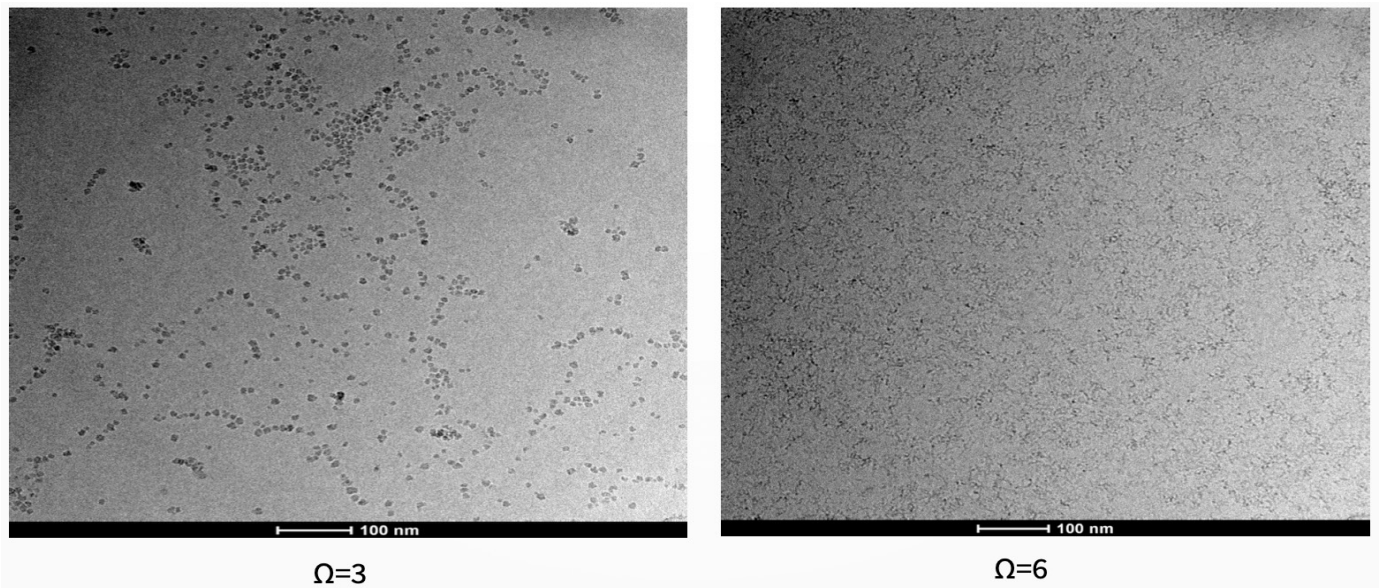


Fig. 1: Images Cryo-MET de la suspension de particules produite après 4 jours de réaction, à partir de différents états de sursaturation (3 pour l'image de gauche et 6 pour celle de droite). Notez la différence de taille et de nombre des particules produites en fonction de l'état de sursaturation initial.

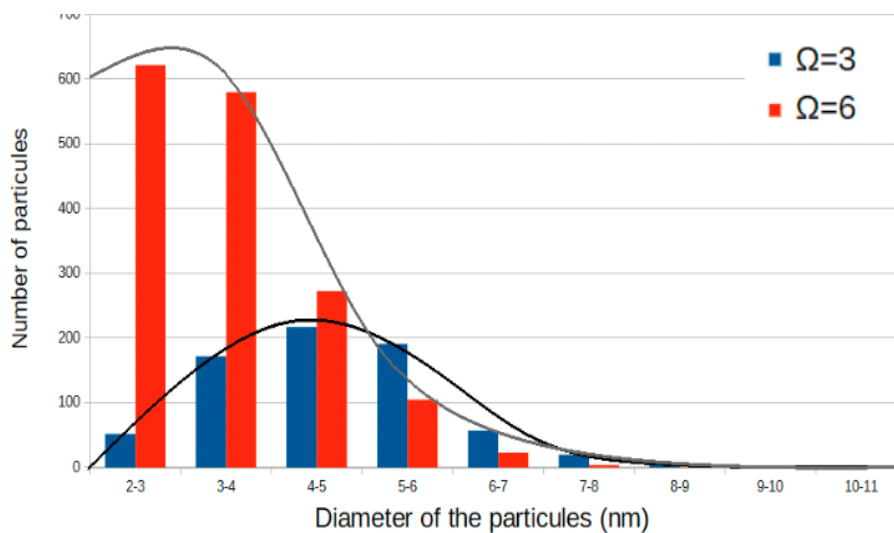


Fig. 2: Modèle de distribution de la taille produit après traitement de l'image. Cela fait partie des résultats critiques nécessaires à la validation et à l'étalonnage des modèles numériques.

WG 6 : Géologie

Dans le WG Géologie, quatre équipes ont été constituées. Une première équipe dirigée par Guilherme Bozetti travaille sur le réservoir du Buntsandstein en se basant sur une approche sédimentologique/stratigraphique.

L'objectif principal est de comprendre le contrôle des faciès et des environnements de dépôt sur les propriétés hydrauliques du réservoir du Buntsandstein. Cette étude, soutenue financièrement par l'ITI GeoT, implique un doctorant (Lucas Bofill) et des collaborations avec des chercheurs et hydrologues nationaux et internationaux. Une deuxième équipe, dirigée par Benoit Petri et Francis Chopin, travaille sur le flux thermique basal dans le Fossé rhénan. L'objectif principal de cette étude est de définir la composition de la croûte inférieure et d'évaluer les implications pour le flux thermique basal dans le Fossé rhénan supérieur. Cette étude est soutenue financièrement par l'ITI GeoT, inclut un étudiant en Master ainsi qu'une collaboration nationale et internationale. Les deux autres équipes n'ont pas encore reçu du financement par le projet ITI GeoT, mais sont sur le point de préparer des projets qui seront soumis lors du prochain cycle de financement. Il s'agit d'un projet sur l'hydrogène natif dirigé par Marc Ulrich et en collaboration avec le WG géochimie et d'un projet sur le lien entre le Li et les paléoenvironnements dirigé par Mathieu Schuster.

PROJET : "New insights on the nature, age and origin of the URG lower crust"

Le projet vise à déterminer la composition de la croûte inférieure du Fossé rhénan afin d'en estimer sa production de chaleur et son influence sur le flux de chaleur de surface. Nous avons compilé les données existantes sur les différents candidats potentiels à l'affleurement, complété par l'obtention de nouvelles données après un échantillonnage exhaustif des xénolithes de croûte inférieure documentés parmi quelques systèmes volcaniques récents autour du Fossé (4 zones géographiques principales : Jura souabe – Bad Urach, Eifel, Dépression Nord-Hesse – Cassel, Heldburg-Gangschar). Les données pétrologiques (préliminaires) montrent que les xénolithes aux origines les plus profondes (~ 10 kbar) semblent confirmer la présence systématique d'une croûte inférieure de nature mafique et pauvre en éléments producteurs de chaleur (HPE – Heat Producing Elements) non documentée à la surface (non affleurante) et commune aux différents domaines paléogéographiques et orogéniques. À l'inverse, les xénolithes plus superficiels (~ 6 kbar) sont de nature métasédimentaire, assez riches en HPE et semblent être un équivalent de haut degré au métamorphisme syn-orogénique varisque. Le travail géochronologique permettant de dater de manière absolue les épisodes magmatiques et métamorphiques et d'en déterminer l'origine géodynamique est en cours. Les premiers résultats des modélisations montrent que la variabilité de composition de la croûte inférieure peut mener à une modulation de 30 % du flux de chaleur de surface.

PROJET : "Caractérisation architecturale de la formation du Trias inférieur du Buntsandstein".

Le groupe du Buntsandstein a longtemps été décrit comme un système fluvial aride, à dominante tressée, cohabitant avec un système éolien nettement moins expressif. D'un point de vue sédimentologique/stratigraphique, le Buntsandstein a toujours été considéré comme un système monotone, principalement composé de grès à lits croisés de type fluvial, avec peu d'hétérogénéité, mais nous pensons que cela est principalement dû au manque de travail détaillé.

Nous proposons ici une étude à très haute résolution du Buntsandstein moyen (principalement le Grès de Vosges et le Conglomérat Principal), en revisitant l'origine cyclique du dépôt déjà mise en évidence par les études précédentes, mais en mettant l'accent sur le raisonnement de ces cycles, et plus précisément sur l'impact que cela a sur l'écoulement des fluides à travers les roches. Nous proposons également une approche beaucoup plus systématique des grès éoliens afin de les représenter au mieux dans l'enregistrement géologique et de réévaluer leur importance au sein du groupe du Buntsandstein.

Pour mener à bien ce travail, nous avons un doctorant qui travaille à plein temps sur ce sujet (Projet de thèse : Dans quelle mesure l'anisotropie 3D des géocodes clastiques est-elle significative pour la modélisation détaillée de l'écoulement des fluides ?), assisté par trois sédimentologues et deux modélisateurs de l'UNISTRA, et deux collaborateurs sédimentologues du Brésil, tous deux spécialisés dans les dépôts fluvio-éoliens. Nous aurons également un autre doctorant entièrement financé par l'ITI qui travaillera sur un sujet similaire à partir de septembre 2023.

Jusqu'à présent, un grand nombre de mesures de perméabilité ont été collectées, toujours en parallèle avec des sections mesurées (par exemple, des diagraphies sédimentaires), principalement dans des affleurements où nous avons également acquis des panoramas à grande échelle, et parfois des modèles 3D, le tout pour soutenir l'analyse architecturale des éléments individuels composant le système de dépôt, visant à faciliter la mise à l'échelle

des données de perméabilité dans tout le réservoir. L'idée est de poursuivre la collecte de données de perméabilité supplémentaires, récemment associées à des données de rayons gamma, afin de représenter au mieux non seulement les conditions d'écoulement des fluides à travers les roches (ou de leur barrage), mais aussi d'avoir une meilleure chance de corréliser les affleurements à grande échelle avec les données de puits filaires de subsurface, générant ainsi une meilleure compréhension du Buntsandstein dans la subsurface grâce à un travail analogue aux affleurements.

Dans la phase suivante du projet, qui débutera en mars 2023, parallèlement à l'acquisition de nouvelles données de terrain, nous commencerons à élaborer la modélisation des flux de fluides et à compiler les données sédimentologiques et de perméabilité en vue de la rédaction d'un manuscrit, car il existe de nouvelles preuves de caractéristiques très distinctes des grès éoliens qui interagissent avec les grès/conglomérats fluviaux et qui pourraient évoquer des interprétations d'un environnement de dépôt pas si sec, avec l'enregistrement de dunes éoliennes et d'étangs interdunaires. De nouveaux concepts de décharge fluviale ont également été appliqués aux nombreux types différents de grès à lit croisé, ce qui nous a permis de raconter une histoire beaucoup plus précise du régime de décharge du système fluvial tout au long du dépôt du Buntsandstein.

Plus récemment, notre attention s'est légèrement tournée vers le Buntsandstein supérieur (Zone Viollete, Couches Intermédiaires et le Grès à Voltzia), car nous sommes convaincus que la forte teneur en micas de ces dépôts peut être directement associée à la présence anormale de lithium dans les fluides chauds extraits pour la production d'énergie géothermique. En outre, le Grès à Voltzia présente des structures sédimentaires extrêmement intrigantes, jamais reconnues auparavant dans le Buntsandstein, qui peuvent fournir de très bonnes informations sur la transition entre le Buntsandstein et le Muschelkalk.

WG 7 : Sciences sociales

En 2021 et 2022, les travaux du WG7 ont en partie été consacrés au projet : « **Governing risks. Analysis of the political and discursive reconfigurations induced by the Strasbourg earthquakes.** »

L'objectif de ce projet de recherche est d'analyser les reconfigurations des politiques et des discours concernant les utilisations du sous-sol qui voient le jour entre 2015 et 2021. Ce projet comporte deux volets principaux : une analyse des reconfigurations discursives qui apparaissent dans l'espace médiatique ; un suivi des débats qui ont lieu dans les instances de concertation mises en place par la préfecture et l'Eurométropole de Strasbourg.

Concernant le premier volet, deux études de cas ont été menées en 2021. La première se concentre sur la période des enquêtes publiques organisées par la préfecture en 2015-2016 et durant laquelle plusieurs projets de géothermie profonde sont l'objet de controverses. Il s'agissait d'analyser la trajectoire de différents arguments portés par les opposants aux projets et les réponses apportées par les autorités locales. Nous avons montré comment ces dernières ont imposé l'idée que ce qui est à l'origine des controverses n'est pas tant les risques induits par les projets que le manque d'information des publics. Les résultats de cette étude ont été publiés dans la revue *Natures Sciences Sociétés* (https://www.nss-journal.org/articles/nss/full_html/2021/03/nss210044/nss210044.html).

Une seconde étude concerne la reconfiguration des représentations du sous-sol qui fait suite aux séismes de Strasbourg (2019-2021). Nous avons montré comment, dans les discours publics, le sous-sol est passé du statut d'agent patient (qui se laisse exploiter) à celui d'agent actant (qui agit et réagit et est difficile à domestiquer). En parallèle, les récits du sous-sol portés par les scientifiques et les riverains des projets gagnent en importance dans l'espace public, mettant à mal la crédibilité des industriels. Les résultats ont été présentés en juin 2021 à l'occasion du colloque Sol et sous-sols dans la transition socio-énergétique.

Concernant le second volet, un travail d'observation a été mené au sein de la Mission d'information

et d'évaluation organisée par l'Eurométropole de Strasbourg (mars 2021-juin 2021). Ces observations viennent compléter celles réalisées au sein des Comités de suivi de site mis en place par la préfecture à partir de 2017. Ce travail a donné lieu à la rédaction d'un mémoire de recherche de M2, soutenu par Clara Millet en septembre 2021.

Deux nouvelles études de cas ont été menées. La première se focalise sur l'évolution des désaccords entre mondes industriel et scientifique concernant le degré de maturité de la géothermie profonde alsacienne (2015-2021). Cette querelle où se croisent interprétations scientifiques et intérêts industriels reflète les divergences de vues concernant la façon dont la science et les scientifiques doivent intervenir dans les projets de géothermie. Ces désaccords apparaissent au grand jour suite aux séismes affectant l'Eurométropole de Strasbourg en 2019-2021. Les résultats de cette étude ont été publiés dans la revue *Les enjeux de l'information et de la communication* en 2022 (<https://lesenjeux.univ-grenoble-alpes.fr/2021/supplement-b/la-science-est-elle-soluble-dans-des-projets-techno-industriels-querelles-autour-de-la-geothermie-profonde-a-leurometropole-de-strasbourg-2012-2020/>).

La seconde étude de cas porte sur la façon dont les médias et les médias sociaux sont investis par différents publics entre 2016 et 2021. Cette étude, présentée à l'occasion de l'EGC 2022, met en évidence les changements au sein des médias locaux, qui diversifient leurs sources d'information dès la survenue des premiers séismes. Elle rend compte également de la façon dont les médias sociaux servent de relais aux différents acteurs et les usages qui se mettent en place lors de la crise sismique de 2019-2021.

Enfin, un travail préliminaire a été mené dans le cadre du projet ANR PrÉSENCE. Une étudiante a mené un ensemble d'observations visant à analyser la façon dont la communauté scientifique envisage les relations liant la science à la société, et la place que peut occuper dans ce cadre les sciences participatives. Ce travail se poursuit en 2023 dans le cadre de la rédaction d'un mémoire de recherche.

Projet de recherche externes *nationaux et internationaux*

L'ITI GeoT, tout comme le Labex G-eau-thermie profonde, est impliqué dans de nombreux projets de recherche d'envergure nationale et internationale. Ainsi, au cours de ces deux premières années, l'ITI GeoT a, d'une part, finalisé les projets débutés par le Labex, et, d'autre part, mise en place et débuté de nouveaux projets.

H2020 DESTRESS

Étude et développement de stimulations innovantes pour améliorer la productivité des réservoirs en minimisant les risques environnementaux (technologie EGS)

Au total, 16 partenaires répartis en 4 organismes de recherche, 4 universités et 8 industriels (dont ÉS Géothermie) sont engagés dans le projet.

L'EOST et le LISEC y représentent l'Université de Strasbourg. L'EOST réalise principalement des études pluridisciplinaires (sismologie, géodésie, mécanique des roches, interactions eau-roche) pendant le développement et l'exploitation post-stimulation du réservoir alors que le LISEC mène des études sur l'acceptabilité sociale.

En savoir plus, www.destress-h2020.eu



Demonstration of soft stimulation treatments of geothermal reservoirs

ANR Geresfault

Ressources géothermiques des zones de failles (Geothermal resources of crustal fault zones) : exploration de nouveaux systèmes pour la production d'énergie géothermique compétitive

Au total, 8 partenaires répartis en 5 organismes de recherche dont 5 universités et 3 industriels. ITES y représente l'Université de Strasbourg.

Grâce à une combinaison d'études sur le terrain, de physique des roches expérimentale, de géophysique et de modélisation numérique, le projet étudie la manière dont les propriétés physiques des roches mesurées en laboratoire peuvent être utilisées dans des modèles géologiques et numériques 3D à différentes échelles.

En savoir plus, <https://anr.fr/Projet-ANR-19-CE05-0043>



ANR Monidas

Suivi des risques sismiques naturels grâce aux mesures acoustiques distribuées (Natural hazard monitoring using Distributed Acoustic Sensing, DAS)

Au total, 5 partenaires répartis en 3 organismes de recherche dont 3 universités et 2 industriels. EOST y représente l'Université de Strasbourg.

Les capteurs DAS utilisent des fibres optiques de télécommunication standard pour mesurer la déformation des câbles dans la plage acoustique de 0,1 à 1 kHz. Ce faisant, une seule fibre couplée à des techniques de traitement de données de points peut agir comme une distribution dense de capteurs sur des dizaines de kilomètres afin d'améliorer la détection et la caractérisation des sources sismiques, de la déformation sismo-volcanique, des glissements de terrain, entre autres. L'objectif ultime du projet Monidas est de fournir à la communauté géophysique française un nouvel instrument, basé sur une technologie qui a montré des résultats prometteurs en matière de surveillance et de traitement des données.

En savoir plus, <https://anr.fr/Project-ANR-19-CE04-0011>

EPOS (European Platform Observing System) ERIC: TCS AH

Collecte, gestion, archivage et diffusion des données en sciences de la Terre

Au total, 250 partenaires de 25 pays européens. L'ITI GeoT participe activement à l'axe « Risques anthropiques » (Anthropogenic hazards – AH), notamment en ce qui concerne la géothermie profonde. Dans ce cadre, il gère le Centre de données en géothermie profonde (CDGP).

L'approche est multidisciplinaire et s'inscrit dans la dynamique de science ouverte pour répondre aux défis des sciences de la Terre, y compris ceux liés aux ressources et aux géo-risques. L'une des principales missions du projet est d'améliorer l'accès et l'utilisation des données multidisciplinaires provenant de réseaux de surveillance et des laboratoires européens.

En savoir plus, www.epos-eu.org

et la plateforme TCS AH: www.tcs.ah-epos.eu



Geothermica DEEP / ADEME

Innovier pour réduire les risques des projets de géothermie profonde (Innovation for De-Risking Enhanced Geothermal Energy Projects – DEEP)

Au total, 10 partenaires dont 7 universités et 3 industriels. L'EOST y représente l'Université de Strasbourg.

Le projet DEEP rassemble une équipe interdisciplinaire de scientifiques et de professionnels du monde entier pour développer des approches innovantes de la gouvernance des risques géothermiques. Elles se fondent sur les progrès récents des technologies de surveillance sismique, de modélisation et de la compréhension des processus. Dans le cadre de ce projet, un co-financement avec l'ADEME a été mis en place et permis le financement d'un projet de thèse sur 3 ans.



ANR PrÉSENCE



Fournir et partager des connaissances scientifiques en accès libre beaucoup plus avancées aux parties prenantes (le grand public, les journalistes, les politiciens, les citoyens) par le biais d'un nouveau paradigme de surveillance de la sismicité induite dans un environnement urbain

Au total, 3 partenaires dont 1 université. L'ITES, l'EOST et le LISEC portent ce projet.

Le projet cherche à déployer un large ensemble de sismomètres à faible coût dans des bâtiments distribués avec une transmission en (quasi) temps réel par internet, avec la participation des autorités publiques locales et des résidents.

L'objectif est triple : améliorer l'imagerie et la surveillance du sous-sol, fournir des informations scientifiques publiques avancées à la communauté locale, et développer un cadre de sciences sociales pour suivre l'évolution de la perception sociétale de la technologie.

En savoir plus, <https://anr.fr/Projet-ANR-21-CE05-0033>

Horizon Europe DT-Geo

Déploiement un prototype de jumeau numérique (DT) sur les extrêmes géophysiques, composé de composants jumeaux numériques (DTC) interdépendants, traitant des risques géologiques liés aux tremblements de terre (naturels ou induits par l'anthropogénie), aux volcans et aux tsunamis déclenchés par des tremblements de terre ou des glissements de terrain

Au total, 19 partenaires en Europe. L'ITES y représentent l'Université de Strasbourg.

Ses objectifs généraux sont les suivants :

1. Déployer un prototype pré-opérationnel de DT pour son intégration future dans l'initiative Destination Terre
2. Contenir 12 DTCs aux TLR 6-7 traitant de situations dangereuses spécifiques
3. Fournir un cadre flexible pour la validation FAIR, l'analyse d'incertitude et son intégration dans les infrastructures de recherche EPOS et EuroHPC (HPC/virtual cloud computing)
4. Vérifier DT-Geo dans 13 sites de démonstration particulièrement pertinents

En savoir plus, <https://dtgeo.eu/>



Horizon Europe Geo-INQUIRE

Intégration d'un grand nombre de données et de produits différents grâce à des services déjà disponibles pour la communauté géoscientifique en Europe et fournis par les infrastructures de recherche participantes

Au total, 52 partenaires en Europe. L'ITES y représentent l'Université de Strasbourg.

Les objectifs scientifiques de Geo-INQUIRE sont résumés par les six priorités suivantes :

1. Consolider et améliorer l'accès à des ensembles de données multidisciplinaires et interopérables : vers des résolutions spatiales et temporelles plus élevées qui permettront une recherche axée sur la curiosité, auparavant infaisable
2. Améliorer l'accès à des observables et des produits nouveaux et innovants
3. Ouverture de nouvelles possibilités de recherche pour permettre une meilleure compréhension de l'interface entre la terre solide et son enveloppe fluide
4. De l'aléa unique au risque multiple : soutien aux études transdisciplinaires et intégrées des géorisques extrêmes
5. Possibilités de recherche inédites dans le domaine de la gestion des géoressources grâce à la fourniture de données, de produits et de services innovants
6. Fourniture de techniques innovantes de gestion des données, de simulation et de visualisation à l'interface avec les installations de calcul intensif

En savoir plus, <https://www.geo-inquire.eu/>

Valorisation et Communication

Publications

WG1 :

Schmittbuhl, J., Lambotte, S., Lengliné, O., Grunberg, M., Jund, H., Vergne, J., et al. (2021). Induced and triggered seismicity below the city of Strasbourg, France from November 2019 to January 2021. *Comptes Rendus. Géoscience*, 353(S1), 1–24. <https://doi.org/10.5802/crgeos.71>

Aquino, M., Marquis, G., Vergne, J. (2022) Joint one dimensional inversion of Magnetotelluric Data and Surface Wave Dispersion Curves using Correspondence Maps. *Geophysical Prospecting*. <https://doi.org/10.1111/1365-2478.13239>

WG3 :

Forster, F., Güntner, A., Jousset, P., Reich, M., Mannel, B., Hinderer, J., & Erbas, K., (2021). Environmental and anthropogenic gravity contributions at the Peistareykir geothermal field, North Iceland, *Geothermal Energy*, 9:26 <https://doi.org/10.1186/s40517-021-00208-w>

Portier, N., Forster, F., Hinderer, J., Erbas, K., Jousset, P., Drouin, V., Siqi Li, Sigmundsson, F., Magnússon, I., Hersir, G., Ágústsson, K., Guðmundsson, A., Júlíusson, E., Hjartasson, H., & Bernard, J.-D., (2021). Hybrid microgravity monitoring of the Theistareykir geothermal reservoir (North Iceland), *PAGEOPH*, 179, 1-30. <https://doi.org/10.1007/s00024-022-03018-8>

Hinderer, J., Warburton, R.J., Rosat, S., Riccardi, U., Boy, J., Forster, F., Jousset, P., Güntner, A., Erbas, K., Littel, F., & Bernard, J.D. (2022). Intercomparing Superconducting

Gravimeter Records in a Dense Meter-Scale Network at the J9 Gravimetric Observatory of Strasbourg, France. *PAGEOPH*, 179, 1701 - 1727. <https://doi.org/10.1007/s00024-022-03000-4>

13

publications

WG4 :

Michael J. Heap, Gabriel G. Meyer, Corentin Noël, Fabian B. Wadsworth, Patrick Baud, Marie E. S. Violay, (2022). The Permeability of Porous Volcanic Rock Through the Brittle-Ductile Transition. *JGR Solid Earth*. <https://doi.org/10.1029/2022JB024600>

Margaux Goupil, Michael J. Heap, Patrick Baud (2022). Permeability anisotropy in sandstones from the Soultz-sous-Forêts geothermal reservoir (France): implications for large-scale fluid flow modelling. *Geothermal Energy*. <https://doi.org/10.1186/s40517-022-00243-1>

Chiara Caselle, Patrick Baud, Alexandra R.L. Kushnir, Thierry Reuschlé, Sabrina M.R. Bonetto (2022). Influence of water on deformation and failure of gypsum rock. *Journal of Structural Geology*. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2022.104722>

Effect of water on sandstone's fracture toughness and frictional parameters: Brittle strength constraints. Corentin Noël, Patrick Baud, Marie Violay. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2021.104916>

[org/10.1016/j.ijrmms.2021.104916](https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2021.104916)

WG6 :

Zwaan F., Chenin P., Erratt D., Manatschal G., Schreurs G (2021). Complex rift patterns, a result of interacting crustal and mantle weaknesses, or multiphase rifting? Insights from analogue models. *Solid Earth*. <https://doi.org/10.5194/se-12-1473-2021>

Zwaan F., Chenin P., Erratt D., Manatschal G., Schreurs G. (2022). Competition between 3D structural inheritance and kinematics during rifting: Insights from analogue models. *Basin Research*. <https://doi.org/10.1111/bre.12642>

WG7 :

Philippe Chavot, Anne Masseran, Yeny Serrano, Jean Zoungrana (2021). L'information comme enjeu? La controverse autour de la géothermie profonde à l'Eurométropole de Strasbourg. *Natures Sciences Sociétés, EDP Sciences, Pour une géologie politique*, 29, pp.43-54. [10.1051/nss/2021044](https://doi.org/10.1051/nss/2021044).

Philippe Chavot, Anne Masseran, Yeny Serrano, Jean Zoungrana. La science est-elle soluble dans des projets techno-industriels ? Querelles autour de la géothermie profonde à l'Eurométropole de Strasbourg (2012-2020). *Les Enjeux de l'Information et de la Communication*, n°22/4, 2021, p.63 à 76, [en ligne] URL : <https://lesenjeux.univ-grenoble-alpes.fr/2021/supplement-b/la-science-est-elle-soluble-dans-des-projets-techno-industriels-querelles-autour-de-la-geothermie-profonde-a-leurometropole-de-strasbourg-2012-2020/>

Communication en congrès

WG1 :

J. Schmittbuhl, O. Lengliné, S. Lambotte, M. Grunberg, C. Doubre, J. Vergne, F. Cornet, F. Masson (2021). Induced and triggered seismicity from Nov 2019 to Dec 2020 below the city of Strasbourg, France. EGU21-8374

W. Shu, O. Lengliné, J. Schmittbuhl (2021). Role of asperities on the transition from seismic to aseismic slip using an experimental fault slip system. EGU General Assembly Conference Abstracts, EGU21-9751

Schlupp A., M. Grunberg, H. Jund, M. Bes-de-Berc, P. Chavot, J. Vergne, J. Schmittbuhl, F. Masson (2021). Seismocitizen: Contribution of Raspberry Shake dense seismic networks hosted by citizens for natural and anthropic seismicity monitoring. 37th General Assembly of the European Seismological Commission, ESC Vienna, online.

M. Aquino, G. Marquis, J. Vergne (2022). Joint inversion of Magnetotelluric Data and Surface-Wave Dispersion Curves using Correspondence Maps. EGU General Assembly Conference Abstracts, EGU22-5056

K. Drif, O. Lengliné, J.L. Kinscher, J. Schmittbuhl (2022). Faulting and hydraulic energy balance during fluid injection in the Sultz-sous-Forêts geothermal reservoir. European Geothermal Congress (EGC 2022)

J.L. Kinscher, M. Broothaers, J. Schmittbuhl, F. de Santis, B. Laenen, E. Klein (2022). Induced seismicity related to first circulation tests (2018-2019) at the Balmatt geothermal doublet (Belgium). European Geothermal Congress (EGC 2022)

W. Shu, O. Lengliné, J. Schmittbuhl (2022). Interactions of asperities controlling on fault stability: An experimental approach. EGU General Assembly Conference Abstracts, EGU22-5254

WG3 :

Portier, N., Hinderer, J., Schäfer, F., Jousset, P., Erbas, K., Drouin, V., Li, S., Sigmundsson, F., Magnússon, I., Hersir, G.P., Ágústsson, K., Guðmundsson, A., Júlíusson, E., Hjartasson, H., Mortensen,

A., Bernard, J.-D. (2021). Latest results from the hybrid micro-gravity monitoring of the Theistareykir geothermal field (North Iceland), EGW 2021, Karlsruhe, Germany.

Hinderer, J., & Riccardi, U. (2021). Hybrid gravimetry as a tool to monitor geothermal reservoirs and volcanos, ACAG7 (Arab Conference on Astronomy and Geophysics 7th Assembly), Cairo, Egypt.

WG4 :

M.Heap & P.Baud (2021). The influence of compaction bands on the permeability of volcanic rock, The 14th Euroconference on Rock Physics and Rock Mechanics, Heriot Watt University (Scotland).

L. Carbillet, M. Heap & P. Baud (2022). Influence of brittle deformation on the permeability of granite: assessing the geothermal potential of crustal fault zones. European Geosciences Union, Vienna, Austria.

WG5 :

D. Lemarchand (2022). Goldschmidt conference, Hawaï, Etats-Unis d'Amérique.

J. Murray & B. Fritz (2022). GDR HydroGEMM, Bordeaux, France.

WG6:

G. Bozetti (2022). Architectural analysis of a braided fluvial system within an arid alluvial plain and its permeability heterogeneity: Lower Triassic Buntsandstein Group, East France. British Sedimentology Research Group (BSRG) Annual Meeting, Southampton, Royaume-Uni.

WG7 :

P.Chavot, J. Arnaud, A. Masseran, Y.Serrano (2022). How to govern deep geothermal projects? Political, environmental, and scientific issues involved in the debates related to the Strasbourg earthquakes (2019-2021), European Geothermal Congress 2022, Berlin, Allemagne.

C. Bodin, P. Chavot, A. Masseran, Y. Serrano, J. Zoungrana (2021). L'autre face de la participation citoyenne : les formes

de reconnaissance de la connaissance dans la controverse sur la géothermie profonde. Colloque Transition en tension, Louvain-la-Neuve, Belgique.

P. Chavot (2021). Qui instrumente qui ? Construire et observer un réseau de sismologie citoyenne en terrain controversé. Seminar Sciences, société et communication, MSH-Alpes, Grenoble, France.

P. Chavot, A. Masseran, Y. Serrano, J. Zoungrana (2021). Sous la terre, l'énergie – étude des récits entourant les projets de centrales de géothermie profonde en Alsace (2014-2020). Colloque : Sols et sous-sols dans la transition socio-écologique. Grenoble, France.

WG8 :

Schaming, M., Fremand, A., Schmittbuhl, J., Bigarre, P., Blanke, A., Dineva, S., Garcia, A., Grasso, J.-R., Karimov, A., Kinscher, J., Kocot, J., Kozlovskaya, E., Kwiatek, G., Lasocki, S., Lizurek, G., Nevalainen, J., Orleka-Sikora, B., Pringle, J., Roselli, P., Saccorotti, G., Sterzel, M., Szeplieniec, T., Toon, S., Urban, P., (2021). The EPOS Thematic Core Service on Anthropogenic Hazards (TCS-AH): a Hotspot for Geothermal Research. World Geothermal Congress WGC2020+1, online.

Turlure, M., Schaming, M., Schmittbuhl, J., Grunberg, M., (2021). Why and how does CDGP limit access to some deep geothermal data. EGU General Assembly 2021, vPICO presentations EGU21-10817.

Schaming, M., Turlure, M., Schmittbuhl, J., Orleka-Sikora, B., Lasoki, S., (2021). CDGP, a data center of EPOS TCS Anthropogenic Hazards, to help analysis of geothermal anthropogenic seismicity. EGU General Assembly 2021, vPICO presentations, EGU21-10763.

Schaming, M., Turlure, M., Grunberg, M., Schmittbuhl, J., (2021). CDGP, a gateway to geothermal data EGW2021, 9th European Geothermal Workshop, online.

Schaming, M., Schmittbuhl, J., Fremand, A., Turlure, M., Grunberg, M., (2022). CDGP, the data center for deep geothermal data in Alsace. European Geothermal Congress 2022, Berlin, Allemagne.

23

Communications



Formation

L'ITI GeoT a pour objectif l'ouverture d'une nouvelle offre de formation par le biais d'un nouveau parcours au sein du master de l'EOST « Sciences de la Terre et des Planètes, environnement ». Ainsi, le parcours « Géosciences pour la transition énergétique | GeoT » formera la prochaine génération de scientifiques spécialisés dans les géoressources pour un futur décarboné. Pour cela, au cours de ces deux premières années l'ITI a élaboré un programme de formation adaptée, interdisciplinaire et riche en expériences pratiques.

EUCOR et la Geothermal field school

Stage de terrain réunissant les étudiants de trois universités françaises et allemandes axés sur la théorie et des exemples pratiques concrets de la géothermie.

Au total 3 partenaires : l'Université de Strasbourg, le Karlsruher Institut für Technologie (KIT) et l'Université de Freiburg.

Le fossé rhénan est mondialement connu pour ses ressources géothermiques, qui fournissent déjà une énergie thermique renouvelable.

L'objectif de « Geothermal Master Field School » est la formation transnationale par le biais d'une école de terrain innovante de 9 jours, qui aura lieu tous les ans. Organisé dans le nord de l'Alsace, à proximité directe des sites géothermiques de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen, le cours apprend aux étudiants à appliquer des concepts géoscientifiques théoriques à l'évolution d'un système géothermique profond, de l'exploration à l'exploitation. Le cours expose ainsi les étudiants aux processus décisionnels du monde réel liés à l'exploitation industrielle des géoressources renouvelables.

En 2022 : ce stage a été proposé aux étudiants en tant que formation de l'école doctorale. En tout 20 étudiants, dont 5 doctorants de l'EOST, ont participé au stage courant octobre 2022.

A partir de 2023 : ce stage sera au programme des étudiants en M2 du parcours de master GeoT.



Visite de la Centrale de Soultz-sous-Forêt @EOST

Elaboration d'un parcours de master

Dans le but de proposer un programme des plus enrichie et interdisciplinaire, l'ITI GeoT peut compter sur ces laboratoires membres et proposer ainsi des cours de l'EOST, le Lisec et l'Icube.

Ainsi, au cours de ces deux premières années, le programme a été élaboré et les démarches légales/administratives ont suivi leur cours au sein de l'Université de Strasbourg.

De plus, au cours de 2021 et 2022, un partenariat avec l'IFP school a vu le jour afin d'offrir à nos futurs étudiants une offre pédagogique d'autant plus variée.

Par le biais de son programme d'éducation, l'ITI GeoT ambitionne de créer un parcours d'envergure internationale et reconnu par les professionnels académiques et industriels.

Le parcours GeoT ouvrira à la rentrée 2023 à la fois en M1 et en M2. Nous espérons accueillir de nombreux étudiants à qui nous pourrions proposer des stages intéressants et des projets de thèse à la suite.

Accueil étudiants, jeunes chercheurs et jeunes ingénieurs

L'ITI GeoT a à cœur de fournir une formation de qualité aux futures générations de chercheurs à travers l'accueil d'étudiants et de jeunes chercheurs au sein de leur équipe de recherche. Pour cela une partie de son budget est dédiée au financement de projets de recherche réalisés par des étudiants, des doctorants, des post-docs ainsi que des contrats d'ingénieurs.

Au cours de ces deux premières années, l'ITI GeoT a financé l'accueil de 8 doctorants, 2 post-docs, 10 étudiants en stage et 3 jeunes ingénieurs.

En 2023, l'ITI GeoT financera également 3 nouveaux post-docs, 2 ingénieurs ainsi que le financement total de deux thèses, voté suite à l'appel à projet 2022 pour 2023.

Noms	Poste	WG	Superviseur
Monica Aquino-Guerra	Doctorante	WG3	G. Marquis
Quiglin Deng	Doctorant	WG9	J. Schmittbuhl
Kamel Drif	Doctorant	WG1	O. Lengliné
Dariush Javani	Doctorant	WG9	J. Schmittbuhl
Weiwei Shu	Doctorant	WG1/9	O. Lengliné & J. Schmittbuhl
Rémi Fiori	Doctorant	WG1	J. Vergne
Lucas Bofill	Doctorant	WG6	G. Bozetti
Yuanliang Wang	Doctorant	WG1/9	J.Schmittbuhl, D. Zigone & O. Lengliné
Lucille Carbillet	Post-doctorante	WG4	M. Heap
Jesica Murray	Post-doctorante	WG5	D. Lemarchand
Muriel Béasse	Ingénieure	WG7	
Jérôme Arnaud	Ingénieur	WG7	
Mathieu Turlure	Ingénieur	WG1	
Margaux Goupil	Stagiaire	WG4	M. Heap
Emma Vairé	Stagiaire	WG4	P. Baud & M. Heap
Cloé Chuchet	Stagiaire	WG5	D. Lemarchand
Vincent Pottier	Stagiaire	WG5	D. Lemarchand
Mickaël Burckel	Stagiaire	WG6	B. Petri & F. Chopin
David Monnet	Stagiaire	WG6	G. Bozetti
Clara Millet-Lacombe	Stagiaire	WG7	P. Chavot
Morgane Platon	Stagiaire	WG7	P. Chavot
Kévin Dos Santos	Stagiaire	WG9	C. Fond
Adnane Talbi	Stagiaire	WG9	C. Fond

Thèses soutenues

Qinglin Deng, 2019-2022 “Multi-scale hydro-mechanical behaviour of rough fracture: implications for EGS reservoir stimulation”

Abstract

Cette thèse est axée sur l'utilisation de simulations numériques pour étudier les propriétés hydromécaniques d'une fracture à l'échelle du champ ainsi que les réponses hydromécaniques pendant la stimulation hydraulique. L'objectif est de renforcer la compréhension du comportement des réservoirs fracturés (par exemple, EGS). Tout d'abord, il est proposé une nouvelle approche pour estimer la diffusivité hydraulique d'une fracture rugueuse en résolvant l'équation de diffusion de la pression transitoire. Ensuite, est construit un modèle 3D pour calculer simultanément la perméabilité (en résolvant l'équation de Navier-Stokes dans la fracture et l'écoulement de Darcy dans la matrice poreuse) et la rigidité normale (en imposant une perturbation de la contrainte sur le sommet du bloc entier) d'une fracture rugueuse pendant la fermeture mécanique de la fracture et la précipitation minérale. Enfin, un modèle numérique basé sur la méthode couplée des éléments finis et des zones cohésives est développé pour simuler le processus de stimulation hydraulique (y compris la fracturation hydraulique et le cisaillement hydraulique) autour du puits d'injection.

Monica Aquino-Guerra, 2019-2022 « Joint inversion of passive geophysical data »

Abstract

Dans cette thèse, je présente un cadre d'inversion conjointe entre des courbes de dispersion des ondes de surface récupérées à partir de corrélations de bruit sismique ambiant et des données magnétotelluriques pour imager la vitesse de cisaillement et la résistivité avec la profondeur, en y ajoutant des cartes de correspondance (correspondence maps, CM) pour trouver une éventuelle relation entre ces propriétés physiques. Testée d'abord sur des modèles synthétiques 1D, la méthode est stable et amène bien une réduction de l'espace des modèles qui satisfont tous les jeux de données simultanément. Une étude de sensibilité des ondes de surface à l'aide de modèles de vitesse 2D montre les limites de leur résolution latérale pour de petites anomalies (<10km) aux périodes d'intérêt (<10s) et les données MT pourraient ici améliorer les choses. Des tests synthétiques d'inversion conjointe en 2D utilisant une relation au premier ordre montrent que le modèle de vitesse est sensiblement amélioré par l'inclusion de la magnétotellurique et la relation vitesse-résistivité est mieux recouverte qu'avec des inversions séparées. L'application de la méthode d'inversion conjointe à des données de terrain du Nord de l'Alsace illustre ses avantages et ses inconvénients. Pour une zone avec une subsurface aux propriétés quasi-1D, l'inclusion des cartes de correspondance dans l'inversion résulte en des modèles pétrophysiquement et structurellement plus cohérents. Dans le cas d'une zone plus complexe, où plusieurs relations pourraient être observées, le terme CM n'est pas en mesure d'amener une relation unique valable pour toutes les zones structurellement différentes.

Bilan financier

L'ITI GeoT, c'est en tout un financement sur 8 ans à hauteur de 2 771 200 € pour la partie recherche et 903 040 € pour la partie formation. A cela s'ajoute les financements supplémentaires obtenus dans les cadres des projets externes.

Recettes des projets externes sur leurs durées

2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026

H2020 Destress 1 300 000 €

ANR Geresfault 216 500 €

ANR Monidas 18 700 €

Geothermica Deep
120 000 €

EPOS 54 000 €

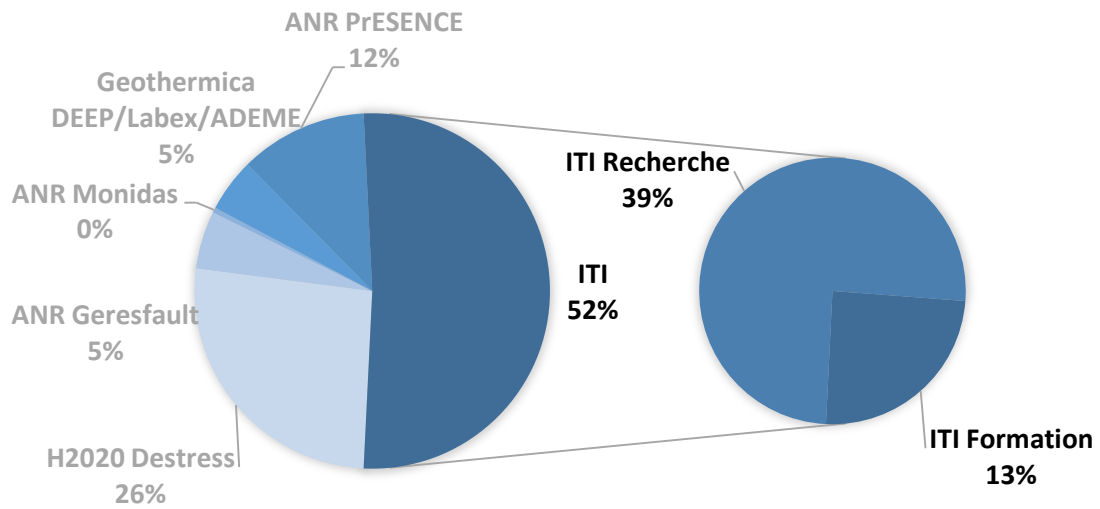
ANR PrESENCe 474 420 €

Horizon DT-Geo 494 357 €

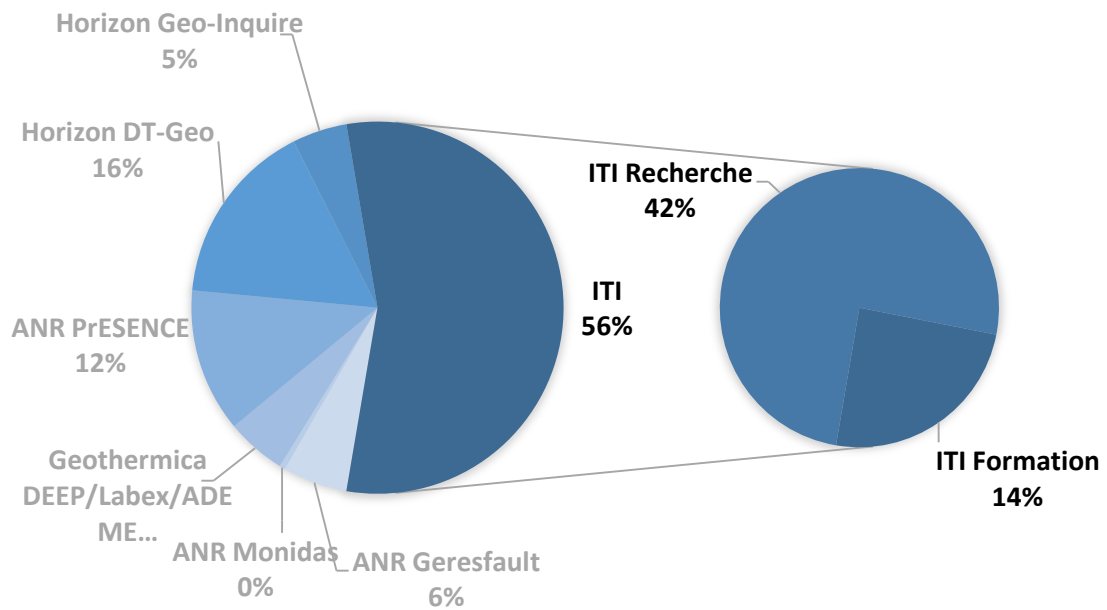
Horizon Geo-INQUIRE 182 160 €

Répartition approximative

BUDGET 2021



BUDGET 2022



Récapitulatif des événements marquants



De février 2021 à mai 2022. Des membres de l'ITI participent au comité d'experts chargé d'enquêter sur les événements sismiques de Strasbourg (2019-2021) et sur l'implication du site géothermique de Vendenheim.

Mai 2020. Le projet H2020 Destress se termine. Le projet a permis d'élaborer des bonnes pratiques de traitement qui seront utiles pour la conception de futurs cadres réglementaires pour la stimulation géothermique.

Mai 2021. Le Pr. Hayrullah Karabulut et l'ITES | ITI GeoT se voient attribuer par l'Eurométropole de Strasbourg et la Région Grand-Est une Chaire Gutenberg qui aide les unités de recherche à accueillir des chercheurs de haut niveau. Elle sera financée sur 2023-2024 à hauteur de 50k€.

Octobre 2021. Le projet ANR PrÉSENCE démarre. Ce projet de science participative, développant un réseau de sismo-citoyens, est le résultat d'une parfaite collaboration interne de l'ITI GeoT, entre l'EOST, l'ITES et le Lisec. Il sera financé sur la période 2021-2025 avec plus de 474k€.

Septembre 2022. Le projet européen Horizon Europe DT-Geo démarre avec 19 partenaires. Il sera financé pour l'ITI GeoT sur la période 2022-2025 avec plus de 494k€.

Octobre 2022. Le projet européen Horizon Europe Geo-INQUIRE démarre avec 52 partenaires. Il sera financé pour l'ITI GeoT sur la période 2022-2026 avec plus de 182k€.

Décembre 2022. Le projet SismoCité de recherche participative est récompensé par l'Idex "Université & Cité" de l'Université de Strasbourg. Il sera financé sur la période 2023-2024 à hauteur de 50k€.

Témoignages



J. Vergne, WG1 : Sismologie

L'ITI GeoT permet de fédérer tout un ensemble de chercheurs, ingénieurs et partenaires autour d'une thématique de recherche commune et d'importance sociétale à la fois d'un point de vue disciplinaire (les Working Group) et de manière transverse et interdisciplinaire. Cela nous a par exemple permis de développer des projets à l'interface entre sismologie et sciences humaines et sociales (projets PrÉSENCE et SismoCité) qui n'auraient sans doute pas vu le jour sans l'ITI.

L'ITI GeoT est aussi devenu « label » qui est le gage d'une grande compétence scientifique dans le domaine de l'utilisation du sous-sol dans la transition énergétique. Elle permet d'intégrer des projets et programmes de grande envergure à l'échelle nationale (ex : PEPR Sous-sol bien commun) et à l'échelle européenne (Consortium DEEP, Horizon Europe DT Geo, ...).

L'ITI GeoT a également un rôle important à jouer dans la formation des étudiants de l'EOST et plus largement des ingénieurs et chercheurs de demain dans ce domaine crucial pour nos sociétés de l'utilisation du sous-sol dans la transition énergétique.

**M. Heap, WG4 : Physique des roches et géomécaniques**

The ITI GeoT is very important for the researchers of WG4. Not only has it opened new research avenues for our laboratory, but it has also provided funding for M2 students (such as Margaux Goupil). The ITI therefore offers important research opportunities for students of the school, and beyond. For example, Margaux Goupil, thanks to the experience she gained during her M2 research internship funded by the ITI, has just been offered a job.

D. Lemarchand, WG5 : Hydro-géochimie

ITI GeoT brings the possibility to develop research on topics related to the energy transition such as geothermal. In particular, the projects of WG5 (precipitation of Si and natural hydrogen) are innovative and with strong application on the field.

G. Manatschal, WG6 : Géologie

L'ITI GeoT crée le cadre pour un travail en synergique sur des sujets pour lesquels les sciences de la terre sont essentielles. Il y a un bon équilibre entre les sciences fondamentales et les sciences appliquées. Il permet aussi de résoudre des questions fondamentales ayant une importance pour la transition énergétique.



Perspectives

Recherche

Une perspective importante pour l'ITI GeoT est la coordination du projet "Fossé rhénan" (PC9) du programme exploratoire national PEPR (Programme et Equipement Prioritaires de Recherche) "Sous-sol, bien commun" en collaboration avec le BRGM. Il s'agit d'une opportunité unique de développer l'activité de recherche de l'ITI GeoT en initiant de multiples collaborations nationales avec de nombreuses équipes et de promouvoir l'activité du programme tout en obtenant de nouveaux cofinancements pour stimuler la recherche fondamentale sur la géothermie profonde et l'exploitation associée des ressources connexes telles que le Lithium ou l'Hydrogène.

Formation

Notre ambition est de créer une formation d'envergure internationale reconnue par les professionnels académiques et industriels. Le programme GeoT ouvrira en 2023 en M1 et M2. Nous espérons accueillir de nombreux étudiants à qui nous pourrions proposer des stages intéressants et des projets de thèse ultérieurs.

Par ailleurs, le financement total, par l'ITI GeoT, de deux bourses de doctorat a été voté en réponse à l'appel à projets 2022 pour 2023.



Sismomètres connectés en phase de test @M. Turlure



Stage de terrain étudiant @G. Maraschall



Illustration observatoire @J. Simon

Géosciences pour la transition énergétique | GeoT

Les **Instituts thématiques interdisciplinaires**
de l'Université de Strasbourg & **cnrs** & **Inserm**

Lieu

Ecole et observatoire des sciences de
la Terre | EOST
5, rue René Descartes
67084 Strasbourg

Contact

iti-geot-contact@eost.unistra.fr

geot.unistra.fr

@Itigeot -   

